

2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
8. klass

1. a) Millised järgnevatest ainetest on lihtained ja millised liitained? Nimetage antud ainete seast kolm Maa atmosfääris enim leiduvat ainet nende osakaalu kahanemise järjekorras: N₂, NH₃, Fe, SO₂, O₂, H₂, H₂O. (1,5)
- b) Arvutage **i**) vee ja **ii**) raua massiprotsent Mohri soolas (NH₄)₂Fe(SO₄)₂·6H₂O (3)
- c) Reastage Mohri soolas leiduvad elemendid nende aatomradiuse kasvamise järjekorras. (3)
- d) Kui Mohri soola lahustati vees 426 g ning lahuse ruumala viidi vee lisamisega 3,0 liitrile, siis (NH₄)₂Fe(SO₄)₂ kontsentratsioon lahuses on:
i) kg/dm³ **ii**) mg/cm³ (4,5)(12)

2. Tasakaalustage järgmised reaktsioonivõrrandid:

- a) Al + O₂ → Al₂O₃ (1,5)
- b) CO + O₂ → CO₂ (1,5)
- c) N₂ + H₂ → NH₃ (1,5)
- d) Fe + H₂O → Fe₃O₄ + H₂↑ (1,5)
- e) BaCl₂ + Al₂(SO₄)₃ → BaSO₄↓ + AlCl₃ (1,5)
- f) Fe(OH)₃ + H₂SO₄ → Fe₂(SO₄)₃ + H₂O (1,5)
- g) K + H₂O → KOH + H₂↑ (1,5)
- h) K₂SO₃ + KMnO₄ + H₂SO₄ → K₂SO₄ + MnSO₄ + H₂O (1,5)(12)

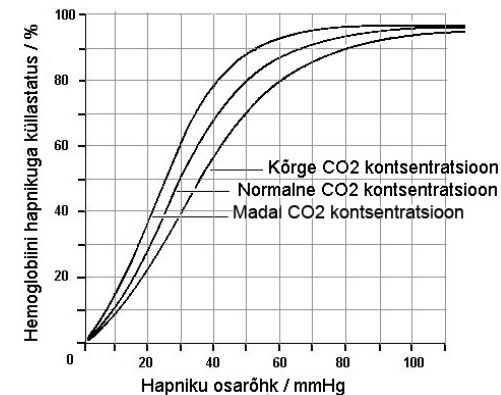
3. Metallil **Z** on kaks isotoopi. Nende aatomid erinevad teineteisest kahe neutroni võrra ja nende aatommasside jagatis on 0,9692. Metallil **Z** keskmine aatommass on raskema isotoobi aatommassist 1,4 aatommassiühiku (amü) võrra väiksem. Neutroni massiks võtke 1,00 amü.
- a) Arvutage elemendi **Z** isotoopide massid aatommassiühikutes. (3)
- b) Arvutage elemendi **Z** keskmine aatommass, leidke tabelist sellele vastav keemiline element ja kirjutage selle nimetus. (2)
- c) Millistest elementaarosakestest koosnevad kummagi isotoobi aatomid ja milline on nende elementaarosakeste arv? (2) (7)

4. Keemik Ronald teeb orgaanilist sünteesi dietüületris (tihedus 0,7134 g/cm³). Kui reaktsioon lõpuni jõuab, peab ta saadud lahust puhastama veega ekstraheerimise abil. Ekstraheerimisel lisatakse ühele lahusele teist lahust, mis esimesega ei segune. Ained liiguvad sellesse lahustisse, kus nad paremini lahustuvad. Seega soolad liiguvad vette ja orgaanilised ühendid eestrisse.
- a) Ronaldil on vaja ekstraheerida enda reaktsioonisegu 5,0% NaHCO₃ vesilahusega. Kui palju peaks ta kaaluma NaHCO₃, et saada 100 ml veega (tihedus 1,000 g/cm³) 5,0% lahust? (3)

- b) Kui Ronald on ekstraheerimise ära teinud, siis jääb talle jaotuslehteris kaks vedelikukihti. Kumbas kihis asub tema orgaaniline aine (eeteris või vees; ülal või all)? Põhjenda vastust. (3)
- c) Kas ekstraheerimist saanuks teha veega, kui eetri asemel oleks kasutatud etanooli? Põhjendada vastust. (2)(8)

5. Õpilane tahtis näha keemiakatset, kus „ikka palju tuld ja sädemeid on”. Õpetaja nõustus sellist katset näitama ainult ühel tingimusel: eelnevalt peab õpilane lahendama mõistatuse ühendi **A** kohta, mida selles katses kuumutatakse. Mõistatus on järgnev: Aine **A** valemiga (XY₄)₂Z₂W₇ sisaldab nelja erinevat elementi: **X**, **Y**, **Z** ja **W**. Suurima prootonite arvuga elemendis on 24 korda rohkem prootoneid kui vähima prootonite arvuga elemendis. Koostiselementide aatomnumbrite summa on 40. Kahe koostiselementi aatomnumbrite summa on võrdne kolmanda elemendi aatomnumbriga, mis on omakorda 3 korda väiksem suurima aatomnumbriga elemendi järjenumbrist. **A** lagunemisel moodustuvad ühendid **Y₂W**, **X₂** ning **Z₂W₃**, kusjuures **X₂** molekulis on neli elektroni rohkem kui **Y₂W** molekulis.
- a) Kirjutage aines **A** sisalduvate elementide **X**, **Y**, **Z** ja **W** sümbolid ning nimetused. (6)
- b) Millised elemendid ühendist **A** paiknevad perioodsüsteemi samas perioodis? (1)
- c) Kirjutage **A** lagunemisel toimuva reaktsiooni tasakaalustatud võrrand. (2)
- d) Leidke nimekirjast kõige sobilikum laborinõu selle katse läbiviimiseks: uhmer, mõõtsilinder, mahtpipett, portselantiigel, Kippi aparaat, bürett. (2)(11)

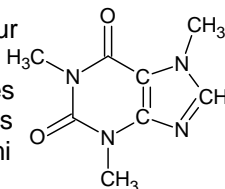
6. Hemoglobiin (Hb) on veres leiduv valk, mis kannab kudedesse hapnikku. Hemoglobiini küllastatus hapnikuga (S_{O₂}) tõuseb hapniku osarõhu (p_{O₂}) tõusuga veres (vt graafik). Selle kõvera paigutust mõjutab lisaks ka CO₂ sisaldus veres.
- a) Kudedes on p_{O₂} = 40 mmHg. Mitu protsenti on siis Hb küllastatus normaalse CO₂ kontsentratsiooni puhul? (2)
- b) Kui suurt hapniku osarõhku on vaja, et S_{O₂} oleks 80% **i**) madala ja **ii**) kõrge CO₂ kontsentratsiooni puhul? (3)
- c) CO₂ on happeline oksiid. Kuidas muutub vere pH, kui CO₂ sisaldus veres tõuseb? (2)
- d) Kumb olukord (kõrge või madal c(CO₂)) põhjustab kudedes O₂ vaegust? (3)(10)



2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
9. klass

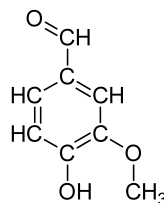
1. a) Kirjutada, kas järgmised paarid on allotroobid või isotoobid:
 i) ^{79}Br ja ^{81}Br , ii) tritium ja deuteerium, iii) grafiit ja teemant, iv) punane ja valge fosfor, v) monohapnik ja osoon. (2)
 b) Kas happe vesilahuse valmistamisel tuleb kallata hapet vette, vett happesse või on võimalikud mõlemad variandid? Põhjenda vastust! (2)
 c) Järgmised ühendid on esitatud summaarsete valemitega. Milliste anorgaaniliste ühenditega on tegu (kirjutada nimetused ja valemid):
 CH_2O_3 , CH_5NO_3 , $\text{CH}_8\text{N}_2\text{O}_3$ ja $\text{N}_2\text{H}_4\text{O}_3$. (2)
 d) Reastada järgnevad gaasid tiheduse kasvu järjekorras: O_2 , He, N_2 , CO_2 , SF_6 , Ar. (2)
 e) Vedela lämmastiku tihedus keemistemperatuuril (-196°C) on $0,807\text{ g/ml}$. Mitu korda suurema ruumala gaasilist lämmastikku (normaaltingimustel) saab vedela lämmastiku aurustumisel? (2)(10)

2. Kofeiin on ergutava toimega psühhostimulaator (struktuur toodud joonisel). Kofeiini leidub kohvipuu ubades, mitmetes teelehtedes ja marjades ning väikeses koguses isegi kakaos. Kofeiini keskmiseks surmavaks annuseks (LD_{50}) inimesel loetakse umbes $0,2\text{ g}$ 1 kilogrammi kehamaassi kohta.



- a) Leidke kofeiini brutovalem ja molekulmass. (3)
 b) Arvutage elementide massiprotsendilised sisaldused molekulis. (4)
 c) Arvutage, mitu tassi kohvi peaks keskmine täiskasvanud inimene jooma, et see võiks mõjuda talle surmavalt. Eeldused: keskmine inimene kaalub 70 kg , kohvi kofeiinisaldus on 1100 mg/l , tassi maht on 150 ml . (3)(10)

3. a) Antud on 5 oksiidi – CO , CO_2 , Na_2O , P_4O_{10} ja NO .
 i) Liigita oksiidid gruppidesse happelised, aluselised ja neutraalsed. (2,5)
 ii) Millised neist reageerivad veega? Kirjuta ja tasakaalusta vastavad reaktsioonivõrrandid. (4,5)
 b) H_2O on vesiniku oksiid. Kirjuta vesinikperoksiidi ja –superoksiidi valemid. (2)
 c) ZnO ja Al_2O_3 on amfoteersed oksiidid ehk nad reageerivad nii hapete (tekib sool) kui alustega (tekib komplekssool). Näiteks
 $\text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
 Kirjuta ja tasakaalusta Al_2O_3 reaktsioon NaOH -ga. (1)(10)



4. Vanilliin on meeldiva lõhnaga tahke orgaaniline aine, mis on vanillikaunte põhiliseks koostisosaks. Vanilliini struktuur on toodud joonisel. Vanilliini lahustuvus vees on 10 g 1 kg lahusti kohta, lahustuvus etanoolis 60 g/kg ning lahustuvus glütseroolis

($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) 40 g/kg . Etanooli tihedus on $0,789\text{ g/cm}^3$ ning glütserooli tihedus on $1,26\text{ g/cm}^3$.

- a) Arvutage vanilliini küllastunud lahuse molaarne kontsentratsioon: i) vees, ii) etanoolis ja iii) glütseroolis. (6)
 b) Põhjendage võimalikult lihtsalt, miks lahustub vanilliin etanoolis paremini kui vees. (2)
 c) Glütserooli molekulis on kolm hüdroksüülrühma. Joonistage glütserooli molekuli tasapinnaline struktuurivalem. (2)(10)

5. Tabelis on toodud PbI_2 lahustuvus ($\text{g}/100\text{g H}_2\text{O}$) erinevatel temperatuuridel.

t ($^\circ\text{C}$)	0	15	30	50	80	100
Lahustuvus	0,044	0,061	0,09	0,17	0,30	0,436

- a) Tehke graafik PbI_2 lahustuvuse temperatuurist sõltuvuse kohta. (2)
 b) Leidke graafiku põhjal PbI_2 lahustuvus 25°C juures? Millisel temperatuuril on PbI_2 lahustuvus $0,25\text{g}/100\text{g H}_2\text{O}$? (2)
 c) 30°C juures 32 ml $0,1\text{ M NaI}$ lahust lahjendati veega 150 ml mõõduni ja lisati 100 ml $1,05\%$ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ lahusele. Arvutage sadenenud PbI_2 mass. Eeldage, et kõikide lahuste tihedus $\rho = 1,00\text{ g/ml}$. (6)(10)

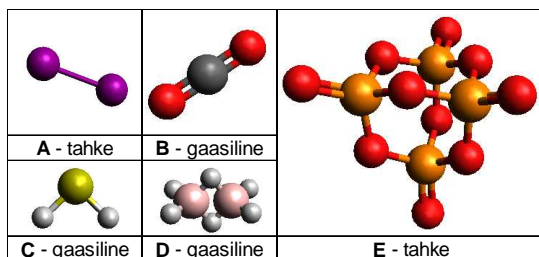
6. Laborisse toodi analüüsiks rualatt, mis sisaldas lisandina vaske. Laborant viilis latti, kuni sai $762,3\text{ mg}$ viilmeid. Ta puistas proovi $100,00\text{ cm}^3$ kolbi, millesse oli eelnevalt kallatud $23,00\text{ cm}^3$ ($1,066\text{ g/cm}^3$) $10,00\%$ väävelhapet. Kolb jäeti mõneks ajaks seisma, kuni oli näha, et proovi jäägid edasi ei reageeri (Fe o.a. muutus kahe võrra). Seejärel lahjendati proov 100 cm^3 -ni, võeti kolvist $10,00\text{ cm}^3$ lahust, mille neutraliseerimiseks kulus $23,23\text{ cm}^3$ NaOH lahust ($1,00\text{ g/cm}^3$). NaOH lahus oli saadud $0,412\text{ g}$ NaOH lahustamisel $100,0\text{ cm}^3$ vees ($1,00\text{ g/cm}^3$).
 a) Kirjutage reaktsioonivõrrandid i) $\text{Fe} + \text{lahj. H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ ja ii) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$. (2)
 b) Arvutage valmistatud lahuses NaOH protsendiline sisaldus. (1)
 c) Arvutage H_2SO_4 moolide arv i) enne ja ii) pärast prooviga reageerimist. (5)
 d) Leidke lisandi protsendiline sisaldus proovis. (2)(10)

2012/2013 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

10. klass

Õpilane võib lahendada omal valikul kõiki ülesandeid. Arvesse lähevad 6 kõrgeima punktisumma saanud ülesannet. Iga ülesande eest on võimalik saada 10 punkti.

1. Tabelis on antud molekulaarsete ainete graafilised kujutused (üksik- ja kaksiksidemed on eristatud) ning agregaatolek normaaltingimustel. Iga molekul sisaldab üht III–VIIA rühma elementi ning lisaks hapnikku või vesinikku.



Ühendis **C** sisalduva elemendi lihtaine on kollane, ühendis **D** sisaldub element, millega samas perioodilisustabeli rühmas asub fooliumi kõige olulisem koostisosa.

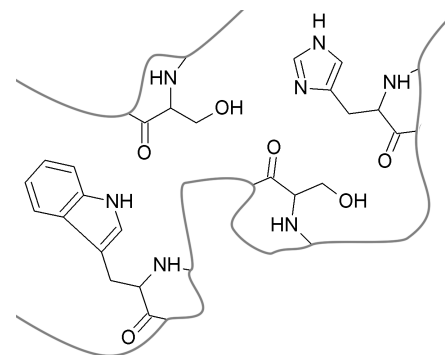
- a) Määrake III–VIIA rühma elementide oksüdatsiooniaste molekulides **A–E**.
 b) Kirjutage molekulide **A–E** valemid ning nimetused.
2. a) Looduslik vesi sisaldab hapniku isotoope ^{16}O , ^{17}O ja ^{18}O ning vesiniku isotoope ^1H (prootium), ^2H (deuteerium) ja ^3H (tritium). Mitu erineva isotoopkoostisega vee molekuli saab nendest moodustada?
 b) Maailmamere ruumala on 1,34 miljardit kuupkilomeetrit, kusjuures merevesi ($\rho=1030 \text{ kg/m}^3$) sisaldab sooli keskmiselt 3,50% (massi järgi). Mitmes maailmamere vee molekulis leidub deuteeriumi, kui igast miljonist vesiniku aatomist ookeanis on 156 deuteeriumi aatomid?
 c) 3,96 grammist ühendist $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ tehti vesilahus ruumalaga 100,0 ml. Seda lahust lahjendati järjest 15 korda, kusjuures iga lahjendamise käigus vähenes lahuse kontsentratsioon täpselt 5 korda. Kui suur oli lõpplahuses esialgsest $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ pärinev nitraatioonide molaarne kontsentratsioon (ühikutes mol/l)?
 d) Kuidas sünteesida Na_2CO_3 , kui kasutada on Na , H_2O , BaCO_3 ning HCl lahus? Kirjutage vastavad reaktsioonivõrrandid.
 e) Järjesta ioonid raadiuse kasvu järjekorras: I^- , Be^{2+} , H^+ , O^{2-} , Li^+ .
3. Majapidamisgaasi peamine komponent on küllastunud süsivesinik **A** (81,82% süsinikku ja 18,18% vesinikku), mille täielikul põlemisel tekib kaks oksiidi - **B** ja **C** (reaktsioon I). Oksiid **B** on toatemperatuuril ja normaalrõhul gaas, oksiid **C** aga vedelik. Ühendi **A** mittetäielikul põlemisel (hapnikuvaeses keskkonnas) tekib lisaks oksiididele **B** ja **C** veel gaasiline oksiid **D** ning tahke lihtaine **E** (reaktsioon II). Oksiid **D** on värvusetu, lõhnatu ning mürgine gaas, mille sissehingamine võib põhjustada surma, sest vere hemoglobiin hakkab hapniku asemel siduma oksiidi **D**.

- a) i) Näidake arvutustega, millise valemiga on süsivesinik **A**. ii) Andke ühendi **A** nimetus. iii) Millisesse aineklassi ühend **A** kuulub?
 b) Joonistage aine **A** tasapinnaline ja graafiline struktuurivalem.
 c) Kirjutage ainete **B–E** valemid ja nimetused.
 d) Kirjutage reaktsioonide I ja II võrrandid.

4. Vesinik moodustab erinevate elementidega vesiniksidemeid.
 a) Nimetage kolm elementi, mille aatomid on võimelised vesiniku aatomitega vesiniksidemeid moodustama.
 b) Mis jõud on kõige olulisem vesiniksidemete tekkimisel: kas gravitatsioon, elektrostaatiline vastastikmõju, tugev vastastikmõju või nõrk vastastikmõju?
 Dimetüüleetri $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ ja etanooli $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ molekulmass ning empiiriline molekulvalem on identsed. Puhas dimetüüleeter on toatemperatuuril gaas (keemistemperatuur $-24 \text{ }^\circ\text{C}$), puhas etanool aga vedelik (kt $78 \text{ }^\circ\text{C}$). Dimetüüleetri lahustuvus vees ($20 \text{ }^\circ\text{C}$ juures) on 7,1 g/100ml, etanool lahustub vees samal temperatuuril igas vahekorras.
 c) Põhjenda erinevust dimetüüleetri ja etanooli i) keemistemperatuurides; ii) vesilahustuvustes.

Aminohapped on looduse olulisemaid ehituskive. Aminohappejääkidest moodustunud valkude ruumilise struktuuri moodustumises mängivad olulist rolli vesiniksidemed.

- d) Suures valgumolekulis on aminohappejäägid ruumis asetunud nii, nagu näha alloleval joonisel (köverjoon tähistab suure valgu molekuli ülejäänud osa piiri). Joonista sama molekul nii, et katkendjoonega on märgitud tekkivad vesiniksidemed ning vesiniksidemetes osalevad vesiniku aatomid on eraldi välja kirjutatud (näiteks $-\text{OH}$ asemel $-\text{O}-\text{H}$).



5. Orgaaniline ühend **A** (%(süsinik)=40%) on tuntud juba antiikajast, kuna tekib veini tootmisel kvaliteeti langetava kõrvalsaadusena. Tänapäeval on ta laialdaselt kasutuses toidulisandina E260. Sellest hoolimata kulub enamik ainet **A** polümeeri **B** tootmiseks. Ainet **B** kasutatakse näiteks puidu ja paberi liimimiseks. Polümeer **B** tekib eteeni ja aine **A** (suhtes 1:1) vahelisel reaktsioonil.
 Vanad roomlased kasutasid veini magustamiseks ühendit **C** (Saturni suhkur), mis tekkis ainet **A** sisaldava lahuse keetmisel pliaanumates.

Tänapäeval on selle aine kasutamine magustina keelatud, kuna põhjustab pliimürgitust, mis oli levinud ka rooma aristokraatide hulgas.

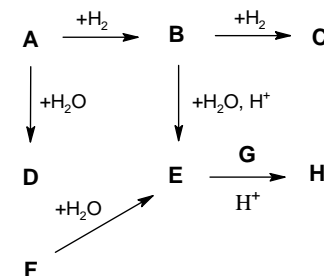
- a) **i)** Tuvastage aine **A** ja kirjutage selle süstemaatiline ning triviaalnimetus;
ii) kirjutage aine **A** täieliku põlemise võrrand.
- b) **i)** Joonistage aine **A** ruumiline struktuur, tähistades paberilehe tasandist taha- ja ettepoole jäävad sidemed vastavalt katkendlike '---' ja paksenevate '▲' joontega. **ii)** Arvutage süsinike oksüdatsiooniastmed ühendis **A**.
- c) Joonistage polümeeri **B** väikseima korduva alaühiku struktuurivalem.
- d) **i)** Kirjutage ainet **A** sisaldava lahuse pliianumas keetmisel toimuv reaktsioon ning **ii)** andke ainele **C** süstemaatiline nimetus.
- e) Kirjutage reaktsioon, mis on põhjuseks aine **A** tekkimisele veini tootmise käigus ning esitage protsessi nimetus.
6. Kingade ostmisel on karbi sees väike kotike, mis kaalub umbes 0,5 g. See sisaldab silikageeli, mis on vettimav aine. Silikageeli põhiliseks koostisaineks on ühend **X**, mida leidub rohkesti ka liivas ja kvartsis. Suurim vee kogus, mida silikageel imada suudab, on 40% kuiva silikageeli massist. Selleks, et kindlaks teha, kas silikageel on kuiv või mitte, lisatakse sellele indikaatoriks CoCl_2 . Indikaatori sisaldus silikageelis on tüüpiliselt 0,5 massiprotsenti. Veevaba CoCl_2 on värvuselt helesinine, kuid mitte-veevabas keskkonnas moodutub sellest lillakasroosa värvusega ühend **Y**, milles vee sisaldus on 45,4%.
- a) Kirjutage **i)** ühendi **X** valem ja nimetus ning **ii)** ühendi **Y** valem.
- b) Arvutage, kui suur on maksimaalne vee hulk, mida saab imada ühes kotikeses sisalduv **i)** ühend **X** ja **ii)** indikaator. Kas indikaatori poolt imatav veekogus on oluline?
- c) Mitu veemolekuli on seostunud ühe ühendi **X** molekuliga niiskes silikageelis?
- d) Silikageeli kotikesi vahetatakse sageli välja siis, kui silikageel pole veel veest „küllastunud“ (tüüpiliselt siis, kui silikageel on imanud veekoguse, mis moodustab kõigest 10% kuiva silikageeli massist). **i)** Mis on selle põhjuseks? **ii)** Millised keskkonnariskid sellega kaasnevad?
- e) Nimetage koolikeemia kursuse põhjal veel üks aine, mis sobiks silikageeli kuivuse indikaatoriks.
7. Katrin otsustas hinnata raua korrosiooni kiirust merevees. Selleks pani ta õhukese puhastatud rauaplaadi (mõõtmetega 8,0 x 3,3 cm) 200 ml 3,0% NaCl lahusesse ning võttis selle 300 minuti pärast lahusest välja.
- a) Millised ühendid tekivad hapniku ja vee toimel rauast?
 Seejärel pipeteeris Katrin 10,0 ml lahust 20 ml mahuga kolbi, lisas mõned H_2O_2 (oksüdeerija) tilgad, 1 cm^3 KSCN lahust ja täitis kolvi märgini. Lahus muutus KSCN lisamisel veripunaseks.
- b) Kirjutage toimuvate reaktsioonide võrrandid.

Kasutades spektrofotomeetrit, leidis Katrin, et kolvis on igas milliliitris lahuses 0,38 mg rauda.

- c) Arvutage, mitu grammi rauda korrodeerub lahuses ühe tunni jooksul ühel ruutmeetril, kui katses korrodeerusid plaadi mõlemad küljed.
- d) Kui paks kiht rauast on korrodeerunud **i)** ühe tunni, **ii)** ühe aasta pärast? Rauda tihedus on 7,85 g/cm^3 .
8. Teatud meteoriidid koosnevad suuremas osas metallidest **A** ja **B**, mis reageerivad lahja väävelhappega. Sellel reaktsioonil tekivad kompleksid $[\text{A}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ ja $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ ning eraldub kerge gaasiline lihtaine **D** (vedelik **C** tekib **D** reaktsioonil hapnikuga). Saadud lahusele aine **E** vesilahuse (kasutatakse turgutamiseks minestusest) lisamisel muutus lahus tumesiniseks. Esialgse lahuse kuumutamisel jäävad järele sinakas-rohelised soolad $[\text{A}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ ja $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$. Nende soolade edasisel kuumutamisel tekivad kollased **A** ja **B** sulfaadid; veelgi kõrgemal temperatuuril laguneb osa sademest, eraldades mürgised gaasid **F** ja **G** ning tekib punakas-pruun ühend **H**, mis on rooste peamine koostisosa (teine sademe koostisosa säilitab oma kollase värvuse). **B** sulfaati kasutatakse **A** kaitsmiseks galvaanilise katmise käigus, et vältida **H** moodustumist ning **B** on levinud müntide ja ehete koostises, kuid võib põhjustada allergiat.
- a) Kirjutada tähtedele **A-H** vastavate ainete valemid ja nimetused.
- b) Kirjutada aine **A** reaktsioon lahja väävelhappega.
- c) Kirjutada soola $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ lagunemisreaktsiooni võrrand kuumutamisel.
- e) Kirjutada **A** sulfaadi kuumutamisel lagunemise reaktsioonivõrrand.
- d) Kirjutada kompleksi $[\text{B}(\text{C})_6]\text{SO}_4$ reaktsioonivõrrand aine **E** vesilahusega.

9. Lahendage reaktsiooniskeemi ja antud info põhjal järgnevad ülesanded.

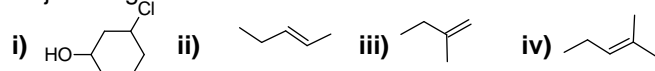
- a) Joonistage **A - H** struktuurvalemid.
- b) Joonistage 4 **B** isomeeri.
- Lisainformatsioon:
- **A** on küllastumata süsivesinik
 - Reaktsioonis $\text{A} \rightarrow \text{B}$ võib tekkida (sõltuvalt tingimustest) kaks **B** isomeeri
 - **C** molaarmass on **A** molaarmassist 1,075 korda suurem
 - **E** sisaldab nelja süsinikku ja üht hüdroksüülrühma, mis ei asu süsinikuahela otsas
 - **E** ja **G** molaarmassid on võrdsed
 - **G** on karboksüülhape
 - **F** sisaldab üht halogeeni aatomit
 - **F**: % (H) = 6,6 %



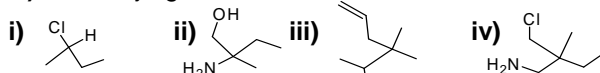
2012/2013 õ.a keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded

11. klass

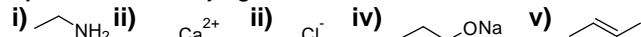
1. a) Millistel järgnevatel ühenditel eksisteerib geomeetiline isomerism? Joonistada välja kõik geomeetrilised isomeerid. (2)



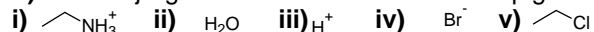
- b) Millistel järgmistel ühenditel esinevad enantiomeerid: (2)



- c) Millised järgnevatest ühenditest käituvad nukleofiilina? (2)



- d) Millised järgnevatest ühenditest käituvad pigem elektrofiilina? (2)(8)



2. Valgu sisalduse määramiseks lahuses lisatakse sellele reagent, mille seondumisel valguga muutub lahuse valguse neeldumine. Valguse neeldumise seos neelava ühendi kontsentratsiooniga on järgmine: $A = c \cdot l \cdot \epsilon$, kus A on neelduvus (ilma ühikuta suurus), c on valguse kontsentratsioon, l on lahuse kihi paksus ja ϵ on ainele iseloomulik neelduvuskonstant.

Ekspirimendi teostamiseks tehakse standardainest teadaoleva kontsentratsiooniga lahused, mõõdetakse nende neelduvused ja arvutatakse nendest andmetest valgusisaldus proovis. Piima valgusisalduse määramiseks pipeteeriti 5,0 ml piima ja lahjendati seda puhverlahusega 200 ml-ni. Siis kaaluti 1,571 g albumiini (standardainena kasutatakse valku) ja lahustati see 500 ml puhverlahuses. Albumiini lahusest valmistati lahjendused kontsentratsioonidega 0,4 ja 1,8 mg/ml. Lahustele lisati reagent ja mõõdeti standardaine lahuste, puhta puhverlahuse ja piimaproovi lahuse neelduvused. Saadi järgmised väärtused:

Lahus	Albumiin 0,4 mg/ml	Albumiin 1,8 mg/ml	Valku mitte sisaldav puhverlahus	Piimaproovi lahendus
Neelduvus	0,0910	0,2380	0,0487	0,1217

- a) Arvutage kui palju valmistatud albumiini lahust ja puhvrit kulus 1 ml lahjenduste valmistamiseks? (5)
b) Leidke piima valgusisaldus. (5) (10)

3. Ainet A on võimalik leida nii kosmosest kui ka Maalt, kus seda kasutatakse toidulisandina tähistusega E 260. Aine A reageerib mürgise metalliga X, andes magusa aine B (Saturni suhkur; % (süsinik) = 14,8%). Viimase metalli suur sisaldus toidus arvatakse olevat Rooma impeeriumi allakäigu üheks põhjustajaks.

Ainet A saadakse looduslikult aine C bakteriaalsel oksüdeerimisel. C ja A omavahelisel reaktsioonil tekib ühend D. Aine D on levinud lahusti, mida kasutatakse nii keemialaboris kui ka näiteks küünelakis. Gaasifaasis esineb aine A dimeerina, millest veemolekuli eemaldamisel saame orgaanilistes reaktsioonides tugeva elektrofiilina käituvat ainet E [% (süsinik) = 47,1%]. Vee eraldamine ei ole kahjuks aga kuigi lihtne ning laboris võiks ainet E sünteesida läbi vaheühendi F [% (süsinik) = 30,6%], mis saadakse ainele A tionüülkloriidi (SOCl_2) lisamisega. Seejuures eralduvad ka SO_2 ja HCl . Ühendile F aine A lisamisega saadaksegi C.

- a) Kirjutage kõigi mainitud reaktsioonide võrrandid. (7,5)
b) Kirjutage ainete A-D, X struktuurvalemid ning andke nimetused. (1,5)
c) Kirjutage aine A dimeeri struktuurvalem ning põhjendage selle stabiilsust gaasifaasis. (2) (12)

4. Õpilane leidis kooli laborist etiketita pudeli läbipaistva vedelikuga. Ta suutis välja selgitada aine brutovalemi $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ ja teha kindlaks, et aine struktuuris esineb karbonüülrühm $\text{C}=\text{O}$. Aine struktuuri määramiseks osutus piisavaks valmistada sellest vesilahus ja viia sinna lakmuspaber.

- a) Joonistage kõik brutovalemile $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ vastavate ja $\text{C}=\text{O}$ rühma sisaldavate isomeeride struktuurvalemid, välja arvatud optilised isomeerid. Kirjutage nende ühendite nimetused. (7)
b) Kuidas õnnestus õpilasel määrata leitud ühendi struktuur lakmuspaberiga? (1) (8)

5. Sügisel voolas ühes Eesti piimatööstuses õnnetuse tõttu maha 900 dm^3 lämmastikhapet ($\rho = 1522 \text{ kg/m}^3$). Päästetel oli neutraliseerimiseks kasutada nii söögisoodat (NaHCO_3), seebikivi (NaOH) kui ka kustutatud lupja.

- a) Kirjutage kolme neutralisatsioonireaktsiooni võrrandid. Hinnake tekkivate lahuste pH-d ($>7, =7, <7$), oletades et neutraliseerivad reagentid on liias. (4)
b) Näidake arvutustega, millist aluselise reagenti kulub massi poolest kõige vähem täpselt 1 mooli lämmastikhappe neutraliseerimiseks. (2,5)
c) Mitmeprotsendiline oli lämmastikhappe, kui reaktsiooni käigus eraldus $5,73 \text{ m}^3$ veeauru (nt), mis vastas 2,03% reaktsioonil tekkinud vee hulga? (4,5) (11)

6. Õhuga ($\text{N}_2, \text{O}_2, \text{H}_2\text{O}, \text{Ar}$, gaasisegu 1) täidetud nõusse $V_0 = 1000 \text{ dm}^3$ pandi puhta Li proov. Reaktsiooni lõppedes jäi nõusse lisaks reageerimata liitiumile veel kaks lihtgaasi (gaasisegu 2) ja neli tahket ioonilist ainet, millest kaks sisaldavad lämmastikku ja kaks hapnikku ning ühes on aniooniks NH_2^- ioon.

- a) i) Esitage kõik võimalikud reaktsioonide võrrandid. (8)
ii) Millised ühendid olid nõus tasakaalu saabumisel. (8)
Saadud gaasisegu reaktsioonil klooriga moodustus gaas, mille reaktsioonil liitiumiga saadi tagasi gaasisegu 2 üks komponentidest ja 339,0 mg liitiumi soola.
b) i) Kirjutage viimatimainitud protsesside reaktsioonivõrrandid.
ii) Arvutage, millisele veekogusele (mg) liitiumiga reageerinud õhus vastab saadud kogus liitiumsoola? (2) (10)

2012/2013 õ.a. keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
12. klass

1. Test:

- a) Keemilise sideme lõhkumiseks vajalik energia sõltub lõhutava sideme pikkusest. Ennustage, millises järjekorras kasvab toodud keemiliste sidemete lõhkumiseks vajalik energia: **H-F, H-Cl, H-Br, H-I.** (2)
- b) Reastage järgmised happed tugevuse kasvu järjekorras: **HCOOH, HCl, HI, H₂O.** (2)
- c) Reastage toodud lahustid polaarsuse kasvu järjekorras: **CH₃CH₂OCH₂CH₃, H₂O, CH₃CH₂OH.** (2)
- d) Nimetage milliseid funktsionaalrühmi võib sisaldada ühend valemiga **C₃H₆O?** (2)
- e) Arvutage, kui palju veeauru (liitrites) eraldub **5,0 g** tahke **NaOH** (kuiv) ja gaasilise **HCl** vahelisel reaktsioonil (eeldage **HCl** ülehulka) **300°C** juures **1,3 atm** rõhu juures? **R=8,314 J K⁻¹ mol⁻¹** (3)(11)

2. Õpilane leidis kooli laborist selge vedelikuga täidetud, halvasti loetava etiketiga kolvi. Siiski suutis ta välja lugeda, et anumal on **C₃H₆O₂**, ning aine struktuuris on katkematu süsinikahel, mis ei sisalda tsüklit. Õpilane eeldas ka, et aines ei ole O-O sidemeid, kuna plahvatusohtlike peroksiidide koolilaboris ei hoitaks. Struktuuride väljajoonistamisel avastas ta, et vaid mõned struktuurid on stabiilsed.

- a) Joonistage välja kõik toodud tingimustele vastavad **i)** stabiilsed ja **ii)** ebastabiilsed struktuurid (ärge arvestage geomeetrilist ja optilist isomeeriat!). Ebastabiilsete enoolide puhul on stabiilseks vasteks antud ühendi tautomeerne ketoon-vorm (üks vesinik vahetab asukohta). Joonistage need stabiilsed tautomeerid. (9)

Aine struktuuri täielikuks tuvastamiseks proovis õpilane kõige pealt universaalindikaatoriga pH-d mõõta. Sellest aga kahjuks ei piisanud, mistõttu otsustas ta täiendavalt analüüsi teha (¹H TMR), millest selgus, et süsinike küljes on vastavalt **3, 2 ja 0** vesinikku.

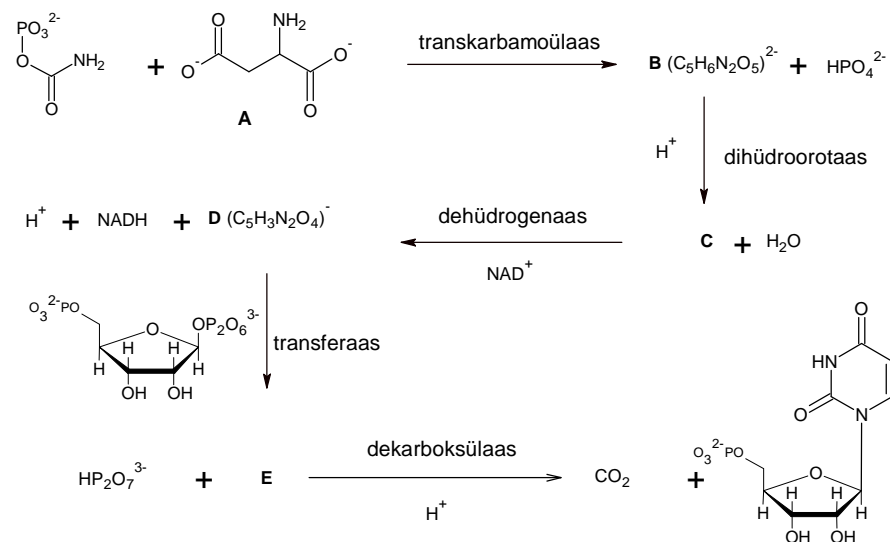
- b) Selgitage, kuidas on antud andmete põhjal võimalik tuvastada kolvis olev aine. (1)(10)

3. Metall **A** reaktsioonil kuiva kuuma kontsenteeritud väävelhappega tekib **A**-sulfaat, aine **C** ning eraldub mürgine teravalõhuline gaas **D**. Peenepulbriline sulam, mis koosneb metallidest **A** ja **B**, reageerib kuuma kontsenteeritud väävelhappe vesilahusega. Tekivad kompleksid **[A(C)₆]₂(SO₄)₃** ja **[B(C)₆]SO₄**. Aine **[B(C)₆]SO₄** lahusele gaasi **E** [**M(E)=17g/mol**] vesilahuse (kasutatakse minestusest turgutamiseks) lisamisel tekib esialgu sade. Aine **E** vesilahuse edasisel lisamisel sade lahustuks ning moodustuks tumesinine lahus. Metallide komplekse sisaldava esialgse lahuse kuivaksaurutamisel jäävad järele **[A(C)₆]₂(SO₄)₃** ja sinine **[B(C)₅]SO₄**. Nende soolade jätkuval kuumutamisel tekib **A**-sulfaat

ja hallikas-valge **B**-sulfaat. Veelgi kõrgematel temperatuuridel soolad lagunevad, seejuures eraldub happevihmu põhjustav gaas **F** ning tekivad rooste põhikomponent **G** (**A**-sulfaadist) ja ühend **H** (**B**-sulfaadist). **B** on kasutusel **A** asemel torustiku materjalina, kuna **A**-st moodustub torustike tingimustes kergelt **G**.

- a) Kirjutada tähtedele **A-H** vastavate keemiliste ainete/elementide valemid/tähised ja **A-H** nimetused. (8)
- b) Kirjutada **A** reaktsioon **kuiva kuuma konts.** väävelhappega. (1)
- c) Kirjutada soola **[B(C)₅]SO₄** lagunemisreaktsioon **B**-sulfaadi saamiseks. (1)
- d) Kirjutada **[B(C)₆]SO₄** reaktsioon **E** vesilahusega (tekib sade). (1)
- e) Kirjutada **A**- ja **B**-sulfaadi termilise lagunemise reaktsioonid. (1)(12)

4. Bioloogia koolikursusest on teada, et valgusüntees toimub RNA abil. Niivõrd laialdaselt pole aga teada, et nukleotiidid endid sünteesitakse aminohapetest. Alljärgnevalt on toodud RNA monomeeri uratsiil-fosfaadi biosünteesi rada.



On teada, et amiidne lämmastik on nõrgem nukleofiil kui amiinne. Ühend **C** on tsükliline ning ühendis **D** on kõik tsüklis asuvad aatomid sp² hübridisatsioon (NB! Vaba elektronpaariga lämmastik on võimeline sp² hübridisatsiooni minema).

- a) Kirjutage struktuurid ainetele **B – E.** (8)(8)

5. Vähemalt kolm 20. sajandi teadlast on oma tööga suutnud päästa inimkonna kindlast hävingust. Nende kolme isiku töö tulemusena keelustati freoonide kasutamine, mille eest omistati neile ka Nobeli preemia. Atmosfääri kõrgemates kihtides asuv osoon kaitseb maapinda ohtliku ultraviolettkiirguse eest. 1970-ndatel kasutati aerosoolpurkides freoone (näiteks CF_2Cl_2). Atmosfääri sattudes lagunevad freoonid UV-kiirguse toimel radikaalideks, mis reageerivad osooniga. Osooni taastumiseks kulub aastasadu.

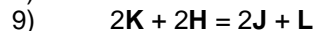
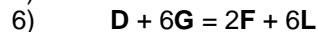
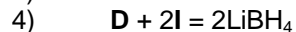
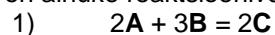
a) Kirjutage osooni loodusliku tekkereaktsiooni võrrandid. (2)

b) Kirjutage i) CF_2Cl_2 lagunemise reaktsioon UV-kiirguse toimel. ii) Kirjutage osooni lagundamise võrrandid (2) kloori radikaali poolt, kui on teada, et esimese reaktsiooni aktiivne produkt reageerib osooni ühe lähteainega ning teise reaktsiooni tulemusena taastekib kloori radikaal. iii) Millise üldise nimetusega võiks kutsuda kloori radikaali funktsiooni antud süsteemis? (4)

c) Osoon on tugev oksüdeerija. Hinnake (arvutuslikult), mitu % vähem kulub propaani ühe liitri vee keema ajamiseks, kui oksüdeerijana kasutada hapniku asemel osooni. $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}$ (osoon) = 143 kJ mol^{-1} , $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}$ (CO_2) = $-393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}$ (propaan) = -104 kJ mol^{-1} , $\Delta_{\text{H}}^{\text{f}0}$ (H_2O) = -242 kJ mol^{-1} (5)
(11)

6. Allpool olevates reaktsioonides osalevate ainete kohta on teada järgmist:

- Kõik ühendid on anorgaanilised
- **A, B, E, H** ja **L** on lihtained
- **B, D, E** ja **L** on gaasid
- **F** ja **K** kuuluvad ühte aineklassi
- ühend **M** on aromaadne (kutsutakse ka anorgaaniliseks benseeniks)
- Li on ainuke reaktsioonivõrrandites esinev metall



a) Kirjutage ainete **A-N** valemid. (7)

b) Kirjutage ühendi **M** struktuurvalem. (1)(8)